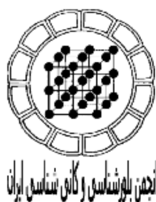
مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران

سال بیست و سوم، شمارهٔ چهارم، زمستان ۹۴، از صفحهٔ ۷۳۷ تا ۷۴۲



خواص فیزیکو شیمیایی، کانی‌شناسی و سرامیکی کانسار رسی زیتون آباده– فارس

بیژن اعتمادی، اکرم محمد زاده*

بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

(دریافت مقاله: ۹۳/۱۰/۶، نسخه نهایی: ۹۴/۱/۱۸)

چکیده: گستره‌ی مورد بررسی در استان فارس، حدود ۳۰ کیلومتری شمال شرقی آباده قرار گرفته است. در این بررسی خواص فیزیکی، شیمیایی، کانی‌شناسی و سرامیکی مواد معدنی کانسار برای ارزیابی کاربردهای سرامیکی مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. خواص فیزیکی از طریق تعیین حدود آتربرگ و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و خواص شیمیایی و کانی‌شناسی به ترتیب روش XRD و XRF بررسی شد. برای ارزیابی خواص سرامیکی خاک رس بندر بارو در مالزی (BBC) که یک ماده‌ی خام رایج در تولید کاشی‌های سرامیکی است، به عنوان استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که اکسیدهای اصلی موجود در نمونه‌ها عبارتند از Al_2O_3, SiO_2 و Fe_2O_3 و اکسیدهای دیگر در مقادیری کمترند. مقادیر Fe_2O_3 در نمونه‌های زیتون از ۲ تا ۱۱ درصد وزنی تغییر می‌کند در حالی که Fe_2O_3 در رس‌های BBC حدود ۲ درصد وزنی است. کائولینیت، پیروفیلیت، ایلیت و کوارتز به عنوان کانی‌های اصلی و کانی‌های فرعی عبارتند از ارتوکلاز، ژیپس، هماتیت، روتیل، آناتاز، کلریت و پالیگورسکیت است. نتایج حاصل از خواص پس از پخت و همچنین آنالیزهای شیمیایی و کانی‌شناسی همراه با خواص مکانیکی نمونه‌های زیتون نشان‌دهنده مناسب بودن آن‌ها جهت کاربردهایی برای مواد خام و همچنین ساختار محصولات سرامیکی است.

واژه‌های کلیدی: *کانی‌های رسی؛ زیتون؛ آباده؛ کاشی؛ سرامیک.*

مقدمه

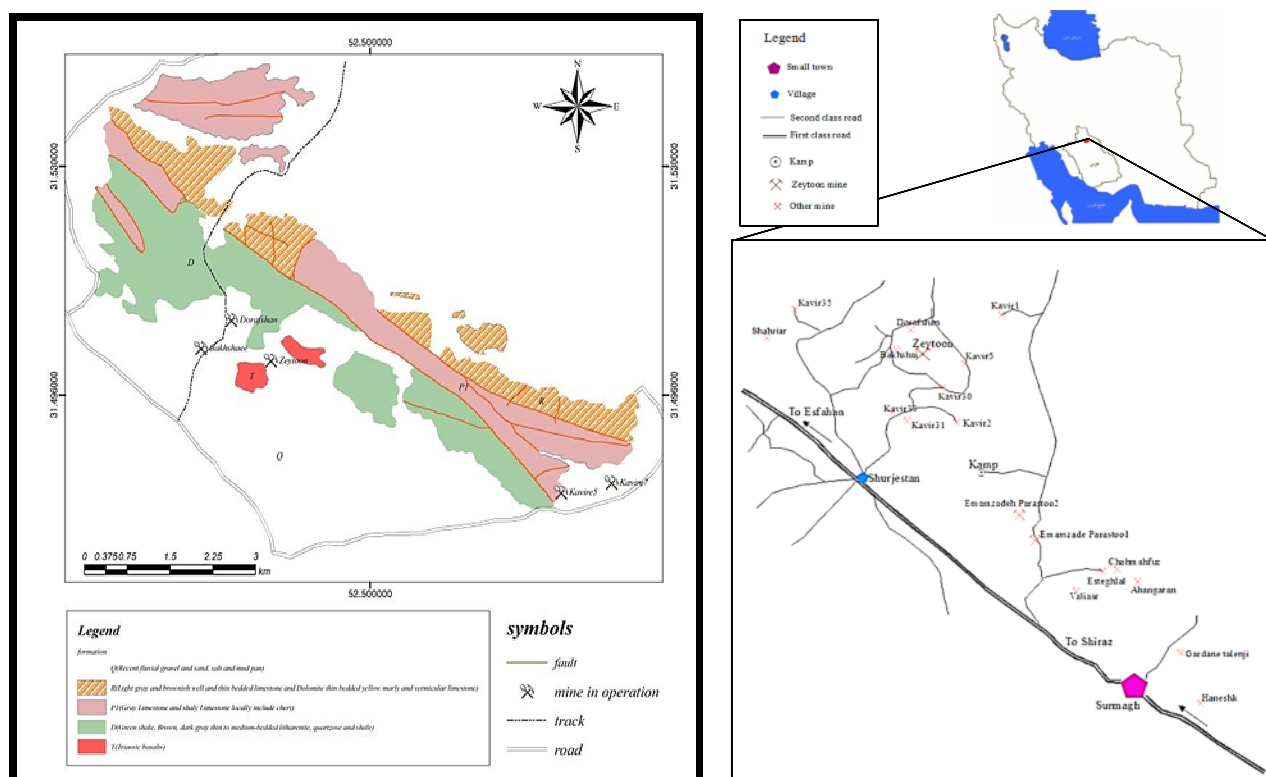
رس‌ها و کانی‌های رسی از اهمیت قابل توجهی در صنعت، کشاورزی، مهندسی، زمین‌شناسی، محیط زیست و برنامه‌های کاربردی متنوع برخوردار هستند و با توجه به خواص ویژه آن‌ها قبل و پس از پخت به طور گسترده به عنوان ماده خام اصلی در تولید محصولات سرامیکی متنوع جهت مصالح ساختمانی از قبیل آجر و کاشی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲،۱]. ویژگی‌های رس‌های مورد استفاده در صنعت سرامیک عبارتند از پلاستیسیته که باعث تسهیل شکل‌گیری بدنه می‌شود، شیمی، ترکیب کانیایی، ویژگی‌های حرارتی، دیرگدازی و مقاومت مکانیکی پس از پخت است [۴،۳]. آگاهی از این ویژگی‌ها موجب بهینه‌سازی کاربرد ذخایر رسی جدید در صنعت سرامیک محلی یا منطقه‌ای خواهد شد. به همین دلیل توجه خاص در بررسی کانسار رسی زیتون برای کاربردهای سرامیکی آن بوده است. منطقه آباده دارای ذخایر رسی گسترده‌ای است که تقریباً در تمام نقاط کشور این رس‌ها در کارخانجات کاشی و سرامیک برای محصولات متنوع مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از ویژگی‌های رایج این ذخایر حضور کانی پیروفیلیت به عنوان یکی از کانی‌های اصلی است که می‌توان به‌عنوان یکی از نقاط قوت این ذخایر از آن نام برد. کانسار زیتون در ۳۰

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۶۳۷۷۳۵۳، نمابر: ۲۲۸۴۵۷۲ (۰۷۱۱)، پست الکترونیکی: Mohammadzadeh673@gmail.com

کیلومتری شمال شرقی آباده در استان فارس و در مختصات ۳۰´ ۵۲° شرقی و ۲۹´ ۳۹° شمالی قرار گرفته است. شکل ۱ نقشه زمین شناسی منطقه و موقعیت قرارگیری آن را نشان می‌دهد. این معدن به‌صورت روباز بهره برداری می‌شود و ماده رسی استخراج شده براساس کیفیت در ۷ نوع طبقه بندی می‌شود که براساس تغییر رنگ در معدن از یکدیگر متمایز می‌گردند. در این پژوهش سعی بر این بوده است که با توجه به داده‌های زمین‌شناسی به‌بررسی خواص این ذخیره پرداخته شود تا کاربردهای سرامیکی آن ارزیابی شده و در نهایت مقایسه‌ای بین این ذخیره با کانسار رسی BBC مالزی انجام می‌شود.

روش بررسی

در این پژوهش تعداد ۱۰ نمونه رسی براساس روش‌های رایج تهیه شد که نمونه برداری به‌صورت سیستماتیک و با توجه به تغییرات عمق، فاصله و خصوصیات ظاهری از قسمت‌های مختلف معدن صورت گرفت. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها به وسیله فلورسانی پرتو ایکس (XRF) در آزمایشگاه زرآزما و ترکیب کانی‌شناسی به وسیله پراش پرتو ایکس (XRD) در سازمان زمین‌شناسی شمال غرب کشور تعیین شد. حدود آتربرگ نمونه‌ها به‌وسیله روش کاساگراند در بخش مکانیک خاک دانشگاه شیراز مورد بررسی قرار گرفت. همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) نمونه‌ها به وسیله‌ی روش معمول Schollenberger با استفاده از اشباع توسط آمونیوم استات در بخش خاک‌شناسی دانشگاه شیراز تعیین شد. خواص سرامیکی نمونه‌ها در مقیاس آزمایشگاهی بررسی شد و برای این هدف نمونه‌ها مرطوب شده و در یک جارمیل پرسلانی با مواد خردکننده آلومینیایی قرارگرفتند سپس پودر شده و دوباره مرطوب شدند و به صورت قالب‌هایی با ابعاد (۵ mm × ۵۰ × ۱۰۰) و فشار ۳۲۰ Mpa فشرده شدند. این نمونه‌ها به مدت دو ساعت در دمای ۱۰۰ درجه‌ی سانتیگراد خشک و سپس در کوره‌ی پخت با دمای بیشینه‌ی ۱۱۵۶ درجه سانتیگراد به مدت ۴۵ دقیقه پخته شدند. نمونه‌ها



شکل ۱ نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه و راه‌های دسترسی به کانسار.

قبل از پخت با اندازه‌گیری انبساط پس از پرس، انقباض خشک، مقاومت مکانیکی خام و خشک در برابر تنش خمشی (CRF) و پس از پخت با تعیین انقباض پخت، جذب آب پس از پخت و رنگ پس از پخت بررسی شدند. انبساط پس از پرس (Lm-۱)(Lg-Lm)۱۰۰، انقباض خشک (Lg-۱ (Lg-Ld)۱۰۰) و انقباض پخت(Lm-۱)(Lm-Lf)۱۰۰ با در نظر گرفتن Lm به عنوان طول قالب و Ld, Lg و Lf به عنوان طول خام، خشک و پخت قالب ها تعیین شد.

بحث و بررسی

بررسی خواص کانی شناسی

براساس نتایج نیمه کمی XRD خاک رس زیتون دارای محتوای پیروفیلیت ۱۶٫۴ تا ۳۹٫۹، کائولینیت ۳٫۱ تا ۲۳٫۶، کوارتز ۶٫۹ تا ۳۴٫۷ و ایلیت ۱۰٫۷ تا ۴۵٫۶ به عنوان فازهای کانیایی اصلی و مقادیر کمتر مونتموریلونیت، کلریت، ارتوکلاز، هماتیت، روتیل، آناتاز، پالیگورسکیت و ژیپس به‌عنوان فازهای کانیایی فرعی است (جدول ۱). مقادیر کائولینیت، ایلیت و کوارتز در BBC به ترتیب ۵۵٫۵، ۱۵ و ۲۳ است در بین نمونه-های زیتون ZN1 بالاترین محتوای ایلیت و کائولینیت و در مقایسه با آن نمونهZN21 کمترین مقدار ایلیت و بالاترین مقدار کوارتز را دارد. نمونه ZN25 دارای بالاترین درصد پیروفیلیت و کمترین مقدار کائولینیت است. پیروفیلیت و کائولینیت منبع اصلی وجود اکسید آلومینیوم در بدنه‌ی سرامیکی هستند و حضور اکسید آلومینیوم موجب افزایش مقاومت فرآورده‌های سرامیکی در مقابل ضربه‌های گرمایی فشارشی و نیز افزایش مومسانی می‌شود [۵]. علاوه بر این افزایش محتوای پیروفیلیت توانایی تشکیل مولیت در دماهای پائین را افزایش داده و ساختار دانه‌ای و به‌هم پیوسته مولیت تا حد زیادی باعث افزایش مقاومت پخت در محصول نهایی خواهد شد. همچنین پیروفیلیت یک ماده نسوز با درجه دیرگدازی بالا است و در محصولات سرامیکی دما بالا و ساخت قطعات نسوز به کار می‌رود [۶،۲]. حضور پیروفیلیت در نمونه-های زیتون و عدم حضور آن در BBC می‌تواند با جایگزینی این کانی به جای کائولینیت در فرمول محصول نهایی توجیه شود. محققین علاقه خاصی به اصلاح ترکیب بدنه‌های با فرمول‌های مختلف به وسیله جایگزینی‌های جزئی و کلی یک یا بیشتر تشکیل دهنده‌های طبیعی یا مواد خام معمولی با مواد خام غیر متعارف یا مواد زائدی که به آسانی در دسترس هستند دارند.

البته استفاده از این مواد در صورتی مناسب خواهد بود که فرایندهای صنعتی اساساً بدون تغییر باقی بمانند و کیفیت و خواص نهایی محصولات ثابت بماند [۷]. وجود کانی کوارتز در بدنه‌های سرامیکی باعث تخلخل در آن شده و موجب می شود که در حین پخت با اکسیدهای بازی ترکیب شده و فاز شیشه-ای به وجود آید، وجود فاز شیشه‌ای به‌عنوان پیونددهنده باعث سخت و مقاوم شدن جسم می‌شود. کانی ایلیت به دلیل دارا بودن اکسید پتاسیم به عنوان ماده گداز آور در بدنه سرامیکی است، ولی اغلب مقداری آهن در شبکه‌ی خود دارد. این آهن در دمای پخت ۹۰۰ درجه‌ی سانتیگراد به‌صورت هماتیت آزاد می‌شود که سبب سرخ شدن بدنه‌ی سرامیکی می‌شود [۸].

همچنین حضور ناخالصی ایلیت در رس‌ها باعث ایجاد انبساط پس از پخت در بدنه‌ی سرامیکی می‌شود. تیتان در

جدول ۱ ترکیب کانی‌شناسی نمونه‌های کانسار زیتون.

Sample	ZN1	ZN2	ZN3	ZN5	ZN6	ZN14	ZN15	ZN18	ZN21	ZN25	BBC
Clay minerals%											
Pyrophyllite	۲۶٫۷	۲۰٫۱	۱۶٫۴	۳۳٫۹	۳۲٫۸	۲۹٫۹	۳۲٫۱	۳۳٫۶	۱۶٫۵	۳۹٫۹	–
Kaolinite	۲۳٫۶	۲۱٫۵	۷٫۸	–	–	–	۸٫۴	۵٫۹	۱۸٫۴	۳٫۱	۵۵٫۵
Illite	۴۳٫۹	۴۱٫۸	۴۵٫۶	۲۶٫۵	۲۵٫۷	۲۷٫۷	۲۰٫۶	۲۳٫۵	۱۰٫۷	۲۲٫۸	۱۵
Palygorskite	–	–	–	–	–	–	۶٫۸	۵٫۱	۶	۶٫۲	–
Montmorillonite	–	–	–	۵٫۹	۲٫۹	–	۴٫۹	–	۳٫۳	۲	–
Chlorite	–	–	–	۱۴٫۷	۳۰٫۹	۷٫۹	–	–	–	–	–
Nonclay minerals%											
Quartz	–	۱۰٫۴	۲۳٫۴	۶٫۹	۷٫۸	۳۳٫۸	۱۰٫۳	۱۶٫۶	۳۴٫۷	۱۳٫۳	۲۳٫۳
Orthoclase	۵٫۸	–	–	–	–	–	۳٫۷	۷٫۸	۵٫۱	۵٫۱	–
Rutile	–	۶٫۲	۶٫۸	۰٫۳	–	۰٫۷	–	–	–	–	–
Anatase	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۵٫۱	–
Hematite	–	–	–	۱۱٫۸	–	–	۱٫۵	۱٫۷	۵٫۲	–	–
Gypsum	–	–	–	–	–	–	۸٫۸	۱٫۷	–	۲٫۴	–
Accessories	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۵٫۶

نمونه‌ها به‌صورت کانی‌های اکسیدی تیتان با ترکیب شیمیایی TiO_2 به‌صورت روتیل و آناتاز شناخته شده است که این اکسیدها بر شدت قدرت رنگزایی اکسیدهای فلزی به‌ویژه اکسید آهن می‌افزایند همچنین اکسید های تیتان از نظر ترمودینامیکی ناپایدار بوده و باعث تغییر حجم و ایجاد ترک در محصولات سرامیکی می‌شوند [۲]. کلریت به علت داشتن آهن در ترکیب شیمیایی و تغییر ساختار بلوری در اثر حرارت در مواد سرامیکی کشش درونی ایجاد می‌نماید و نقطه ذوب را پائین می‌آورند. لذا وجود آن‌ها در رس‌ها زیان بار و نامطلوب است. ارتوکلاز در نمونه‌ها مقدار فاز شیشه‌ای را افزایش و مقاومت مکانیکی بالایی به محصولات تا پایان مرحله پخت می-دهد. فلدسپار پتاسیم یک عامل گدازآور است که برای ذوب به انرژی کمتری نیاز دارد. حضور مونتموریلونیت باعث افزایش مومسانی و مقاومت خام بدنه شده ولی به‌دلیل وجود آهن در ساختار آن روی رنگ پس از پخت تاثیر گذاشته و نیز باعث می شود که طی ساخت سرامیک به‌مقدار بیشتری روان کننده نیاز باشد.

بررسی خواص شیمیایی

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها در جدول ۲ آورده شده است که نشان می‌دهد فراوان‌ترین اکسیدها در تمام نمونه‌ها شامل Al_2O_3,SiO_2 و Fe_2O_3 است در حالی که سایر اکسیدها در مقادیر کمتری حضور دارند این نتایج بسیار شبیه با BBC می-باشد. Fe_2O_3 در نمونه‌ها از ۲ تا ۱۱ درصد حضور دارد در حالی که در BBC حدود ۲ درصد وزنی است. و شدت بالای کلریت در ZN5 و ZN6 و هماتیت در نمونه ZN21 را می‌توان در ارتباط با محتوای آهن موجود دانست. وجود آهن در ساختار کانی‌ها علاوه بر رنگی کردن خاک قبل و بعد از پخت سبب اعمال فشارهای مکانیکی در اثر حضور یون Fe^{+2} در شبکه بلوری کانی‌های تشکیل دهنده خاک رس می‌شود که نتیجه آن دانه ریزتر شدن ماده است البته وجود این ناخالصی می‌تواند آثار مثبتی نیز داشته باشد، ریزتر شدن اندازه ذرات با افزایش پلاستیسیته و شکل پذیری آسان همراه است. می‌توان مشاهده کرد زمانی که کائولینیت به تدریج به‌وسیله پیروفیلیت جایگزین می‌شود با توجه به شکل ۲ نسبت SiO_2/Al_2O_3 افزایش می‌یابد که افزایش کوارتز همراه با پیروفیلیت این موضوع را توجیه می‌کند با این حال عملاً هیچ تغییری در محتوای اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی در ترکیب مشاهده نشده است. اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی معمولاً با کاهش نقاط ذوب و دیرگدازی فرایند پخت بدنه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. اما به علت تمرکز پائینشان در رس‌ها قادر به ایجاد فازهای کانیایی مجزا نیستند [۶].

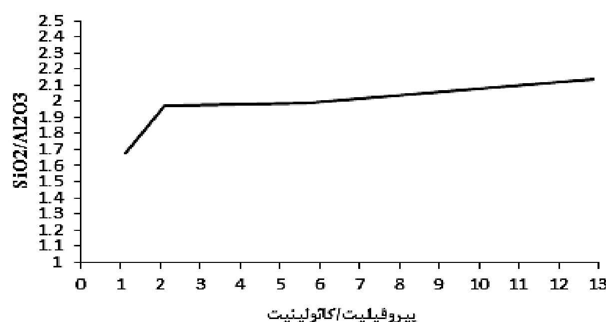
بررسی خواص فیزیکی و سرامیکی

جدول ۳ مقادیر CEC نمونه‌های زیتون را در مقایسه با BBC ارائه می‌دهد این مقادیر با حضور کانی‌های ایلیت، پیروفیلیت و کائولینیت قابل توجیه است. لازم به ذکر است که با افزایش CEC پلاستیسته نیز افزایش پیدا خواهد کرد. پلاستیسیته یکی از مهم‌ترین پارامترها برای تولید محصولات رسی است حدود آتربرگ نمونه‌ها که شامل حد پلاستیک (PL)، حد روانی (LL) و شاخص خمیرایی (PI) است (جدول ۳) برروی نمودار (Holtz and Kovacs, 1981) آورده شده است (شکل ۳).

تمام نمونه‌های بررسی شده در گستره رس با پلاستیسیته متوسط و رس‌های ایلیتی قرار می‌گیرند بجز نمونه ZN18 که در گستره رس‌های با پلاستیسیته کم قرار گرفته و این امر را می‌توان به مقادیر پائین کائولینیت در این نمونه نسبت داد.

جدول ۲ ترکیب شیمیایی نمونه‌های کانسار زیتون در مقایسه با BBC.

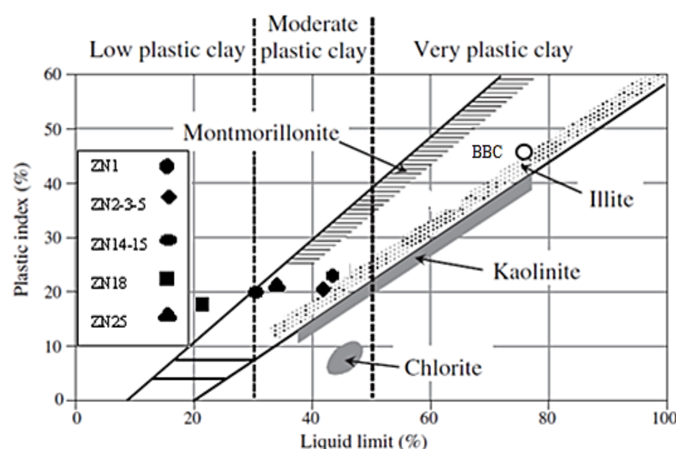
Sample	ZN1	ZN2	ZN3	ZN5	ZN6	ZN14	ZN15	ZN18	ZN21	ZN25	BBC
Al_2O_3	۳۱٫۳۹	۲۹٫۳۴	۲۶٫۹	۲۹٫۱۶	۲۷٫۶۷	۲۸٫۴۶	۲۸٫۸۸	۲۷٫۷۳	۲۲٫۳۴	۲۸٫۳۹	۲۷٫۳۴
SiO_2	۵۲٫۸۶	۴۷٫۹۸	۵۲٫۴۴	۴۷٫۶۲	۴۸٫۶۷	۵۶٫۳	۵۵٫۹۸	۵۵٫۳۵	۵۲٫۱۱	۶۰٫۹	۵۶٫۶۲
CaO	۰٫۳۹	۰٫۴۱	۰٫۹۴	۰٫۴۳	۰٫۶۱	۰٫۲۲	۰٫۲۶	۰٫۲۴	۰٫۴۶	۰٫۱۷	۰٫۰۵
Fe_2O_3	۲٫۴۴	۹٫۰۴	۷٫۳۹	۹٫۵۶	۸٫۵۶	۳٫۲۲	۳٫۲۹	۵٫۴	۱۱٫۸۵	۰٫۲۴	۲٫۲۶
K_2O	۱٫۹۴	۱٫۹۱	۲٫۲۸	۱٫۹۵	۲٫۰۱	۲٫۴۹	۲٫۲	۲٫۳۵	۱٫۱۷	۲٫۲۷	۱٫۳۶
MgO	۰٫۴	۰٫۳۹	۰٫۴۴	۰٫۹۴	۰٫۸۳	۰٫۲۴	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۱٫۴۴	۰٫۱۷	۰٫۵
MnO	–	۰٫۰۱	–	۰٫۰۲	۰٫۰۱	۰٫۰۱	–	–	۰٫۱	–	–
Na_2O	۱٫۱۵	۰٫۷۳	۱٫۱۹	۰٫۸۹	۰٫۷۱	۰٫۷۳	۰٫۸۳	۰٫۶۷	۰٫۶۸	۰٫۸۸	۰٫۰۹
P_2O_5	۰٫۱۶	۰٫۲۳	۰٫۱۵	۰٫۲	۰٫۲۵	۰٫۱۵	۰٫۱۳	۰٫۱۲	۰٫۲۵	۰٫۱	۰٫۰۸
SO_3	۰٫۳۷	۰٫۲۲	۰٫۵۶	۰٫۰۹	۱٫۸۸	۰٫۱۳	۰٫۵۴	۰٫۰۷	۰٫۲	۰٫۱	–
TiO_2	۱٫۳۴	۱٫۰۷	۱٫۲۸	۱٫۱۶	۱٫۱۲	۱٫۳۷	۱٫۳۵	۱٫۲۷	۱٫۴۸	۱٫۴۶	۰٫۷۹
LOI	۷٫۵	۸٫۵۹	۶٫۳۶	۷٫۹۲	۷٫۶۱	۶٫۶۱	۶٫۲۲	۶٫۴۶	۷٫۸۷	۵٫۲۶	۱۰٫۹۱
Total	۹۹٫۹۴	۹۹٫۹۲	۹۹٫۹۳	۹۹٫۹۴	۹۹٫۹۳	۹۹٫۹۳	۹۹٫۹۵	۹۹٫۹۳	۹۹٫۹۵	۹۹٫۹۴	۱۰۰



شکل ۲ مقایسه نسبت اکسید سیلیس به آلومینیوم با افزایش نسبت پیروفیلیت به کائولینیت.

جدول ۳ حدود آتربرگ و CEC نمونه‌ها در مقایسه با BBC.

نمونه	ZN1	ZN2-3-5	ZN14-15	ZN18	ZN25	BBC
حدود آتربرگ(٪)						
حد روانی (LL)	۳۹٫۵۸	۳۸٫۹۱	۲۸٫۸۹	۲۲٫۳۲	۳۲٫۳۴	۷۵٫۶
حد خمیری (PL)	۲۱٫۳	۲۳٫۰۹	۲۰٫۳	۱۵٫۳۸	۲۰٫۹۱	۲۹٫۴
شاخص خمیری(PI)	۱۸٫۲۸	۱۵٫۸۲	۸٫۵۹	۶٫۹۴	۱۱٫۴۳	۴۶٫۲
ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC)	۱۸٫۴۷	۱۶٫۵	۱۱٫۴۴	۱۳٫۶	۱۵٫۳	۱۲



شکل ۳ موقعیت نمونه ها برروی نمودار [۷].

رس‌های BBC مقادیر PI,PL,LL بالاتری نسبت به نمونه‌های زیتون نشان می‌دهند و در بین رس‌های زیتون نمونه ترکیبی ZN2-3-5 نزدیک‌ترین موقعیت را نسبت به BBC نشان می‌دهد. فاکتورهای مختلفی بر روی خواص پلاستیسیته تاثیر می‌گذارند مانند منشاء تشکیلات زمین‌شناسی، ترکیب کانیایی، توزیع اندازه ذرات، ناخالصی‌ها (کانی‌های غیررسی) و مواد آلی بنابراین تنوع در پلاستیسیته نمونه‌ها به طور تقریبی قابل فهم است [۷]. جهت تعیین ویژگی‌های کاربردی ماده معدنی مورد نظر نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های سرامیکی در جدول ۴ در مقایسه با استاندارد مربوط به کاشی سفید ارائه شده است [۸].

محتوای کم کوارتز در نمونه ZN5 می‌تواند انقباض پخت بالا نسبت به سایر نمونه‌ها را توجیه کند زیرا محتوای کوارتز کمتر به سرعت خاک رس را منقبض و باعث ایجاد ترک می‌شود. مقاومت خشک پائین نسبت به نمونه استاندار برای نمونه ZN15 را می‌تواند احتمالاً به علت بلوغ ضعیف محصولات پخته شده دردمای ۱۱۵۶ درجه سانتیگراد و فقدان ذوب محتوای فلدسپات در نمونه دانست. فلدسپات‌ها معمولاً در در دماهای بالاتر از ۱۱۵۰ درجه سانتیگراد شروع به ذوب شدن و تثبیت فاز مذاب در بدنه می‌شوند. مقادیر مونتموریلونیت به وضوح در نمونه‌ها کم بوده و تاثیر قابل توجهی در خواص مکانیکی نداشته است. میزان متوسط انبساط بعد از پرس ۰٫۶۱ سانتیمتر در طول و ۰٫۵۹ سانتیمتر در عرض است که گستره استاندارد انبساط بعد از پرس برای نوع کاشی سفید، ۰٫۴ تا ۰٫۸ سانتیمتر است این مقدار نیز در گستره نمونه‌های استاندارد قرار می‌گیرد. نتایج به‌دست آمده از آزمون مقاومت مکانیکی برای سایر نمونه‌ها نیز در دو حالت خام و خشک در گستره استاندارد و یا نزدیک به آن قرار می‌گیرد که قابل قبول است [۹].

جدول ۴ نتایج به دست آمده از آزمون‌های انجام شده برروی نمونه‌ها [۸].

نمونه	٪ رطوبت	انبساط پس از پرس		انقباض خشک	مقاومت مکانیکی		جذب آب	انقباض پخت	رنگ بدنه پس از پخت
		L	W	L	خام	خشک			
ZN1	۴٫۹۷	۰٫۵۳	۰٫۵	۰٫۱	۷٫۶	۲۶٫۹	۷٫۴۵	۲٫۵۵	شیری
ZN2	۴٫۸	۰٫۶۴	۰٫۶۴	۰٫۰۷	۸٫۸۱	۱۴٫۰۱	۶٫۸۱	۳٫۸۵	قهوه ای کم رنگ
ZN3	۵٫۰۲	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۱	۸٫۸	۱۸٫۰۵	۵٫۴۴	۴٫۴۸	قهوه ای
ZN5	۵٫۲	۰٫۷۶	۰٫۷۶	۰٫۰۷	۸٫۹	۲۱٫۹	۳٫۵۷	۶٫۷	قرمز
ZN14	۴٫۸۸	۰٫۵۹	۰٫۵۶	۰٫۰۲	۷٫۵۸	۱۳	۹٫۱۴	۲٫۶۶	کرمی
ZN15	۴٫۹	۰٫۵۶	۰٫۵۲	۰٫۰۵	۸٫۹	۱۱٫۱۶	۱۰٫۱۵	۱٫۵۲	سفید
ZN18	۵٫۴	۰٫۵۶	۰٫۵۱	۰٫۱	۱۱٫۷۱	۱۶٫۳۴	۵٫۴۶	۳٫۴	قهوه ای پررنگ
ZN21	۵	۰٫۶۴	۰٫۶۴	۰٫۰۲	۸٫۳	۱۶٫۶۴	۸٫۸۱	۲٫۶	قهوه ای
ZN25	۵٫۶	۰٫۵۳	۰٫۵۱	۰٫۰۹	۸٫۵	۱۵٫۶۱	۸٫۱۶	۲	سفید متمایل به کرمی
استاندارد	۵-۱۰	۰٫۴-۰٫۸		۰٫۰۱-۱	۴-۸	۱۵-۲۱	۱۰٫۱۷	۳٫۶	سفید

برداشت

بررسی‌ها روی کانسار زیتون آباده نشان‌دهنده پلاستیسیته خوب این ذخیره جهت شکل‌پذیری در یک بدنه سرامیکی است. اکسیدهای غالب در نمونه‌ها Al_2O_3, SiO_2 و Fe_2O_3 بوده و کانی‌های اصلی موجود در نمونه‌ها پیروفیلیت، کائولینیت، ایلیت و کوارتز هستند این داده‌ها تقریباً مشابه با داده‌های مربوط به خاک رس مالزی (BBC) بود به جز برای محتوای بالای آهن موجود در رس‌های زیتون (۲ تا ۱۱ درصد وزنی) در حالی که در نمونه مرجع فقط ۲ درصد وزنی آهن مشاهده می‌شود. رفتار سرامیکی رس‌های زیتون در مقایسه با استاندارد مربوط به کاشی سفید در صنعت سرامیک به‌طور واضح در اکثر موارد در گستره استاندارد بوده و تغییرات این رفتار در بعضی نمونه‌ها را می‌توان مربوط به تغییرات کانی‌شناسی، فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها دانست. محتوای بالای آهن در برخی نمونه‌ها آن‌ها را جهت کاربرد در بدنه‌های سفید پخت نامناسب می‌سازد. با این حال خاک صنعتی زیتون جهت استفاده در ساخت بدنه‌های کاشی کف و دیوار و در پاره‌ای موارد برای ساخت چینی به لحاظ ویژگی‌های فنی مطلوب است.

مراجع

[1] Mohmoudi S., Srasra E., Zargouni F., *" The use of Tunisian Barremian clay in the traditional ceramic industry: optimization of ceramic properties"*, journal of Applied Clay Science (2008) 125–129.

[۲] پایدار ح.، مواد اولیه مصرفی در صنایع سرامیک ، موسسه فرهنگی انتشاراتی نشر غزل، (۱۳۸۴) ۳۶۹ ص.

[3] Burst J. F., *"The application of clay minerals in ceramics. Appl. Clay Sci. 5, 421–443. Cambodia, 1993. Economic and social commission for Asia and the Pacific"*, Atlas of Mineral Researches of the ESCAP Region(1991)., vol. 10. United Nations Publication.

[4] Baccour H., Medhioub M., Jamoussi F., Mhiri T., *"Influence of firing temperature on the ceramic properties of Triassic clays from Tunisia"*, J. Mater. Process. Technol (2009) 2812–2817.

[۵] صانع خ.، فن آوری تولید کاشی‌های سرامیکی ، شیراز، انتشارات نوید شیراز، (۱۳۸۴) ۵۰۴ ص

[6] Mukhopadhyay T. L., Ghatak S., Maiti H. S., *"Effect of pyrophyllite on the mullitization in triaxial porcelain system",* Journal of Ceramics International 35 (2009) 1493–1500.

[7] Bun Kim Ngun, Hasmaliza Mohamad, Shamsul Kamal Sulaiman, Kiyoshi Okada, Zainal Arifin Ahmad, *"Some ceramic properties of clays from central Cambodia",* journal of Applied Clay Science (2011) 33–41.

[8] Singer F., *"Industrial ceramics"* , Chapman and Hlltod London, (1967) 14-31.

[9] Luz A. P., Ribeiro S., *"Use of glass waste as a raw material in porcelain stoneware tile mixtures, Ceram"*, Int. 33 (2007) 761–765.